

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

83

PUBLICATION NUMBER : 09007618
PUBLICATION DATE : 10-01-97

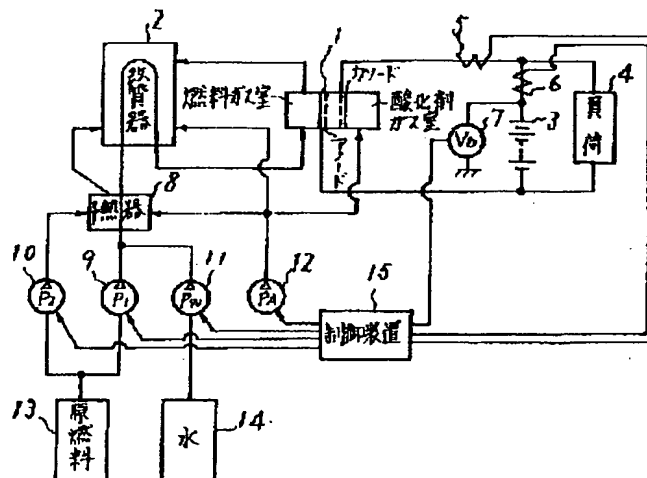
APPLICATION DATE : 22-06-95
APPLICATION NUMBER : 07155949

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : ANZAI SEIJI;

INT.CL. : H01M 8/04

TITLE : FUEL CELL POWER GENERATION SYSTEM



ABSTRACT : PURPOSE: To set capacity of an auxiliary storage battery small by controlling a reforming raw fuel flow rate and a reforming additional heat source input quantity on the basis of change quantity of an electric load mean value.

CONSTITUTION: Reaction exhaust gas of a fuel cell 1 and reforming additional heat source are supplied to a reformer 2 as fuel reforming heat source. An electric load 4 is detected by a load detecting means in every predetermined term to integrate it, thereby obtaining an electric load mean value, and a refining raw fuel flow rate and a reforming additional heat source input quantity supplied to the fuel reformer 2 are controlled on the basis of change quantity of the load mean value. A fuel gas flow rate required by the fuel cell 1 is supplemented on condition that an auxiliary storage battery 3 can be always maintained in the state of being properly charged, and also fixed fuel reforming reaction for averaging burden of the reformer 2 can be maintained.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池と原燃料を改質して前記燃料電池に供給する燃料改質器と補助蓄電池とを備えた燃料電池発電システムにおいて、

前記燃料改質器に前記燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、前記燃料電池発電システムの電気負荷を検出する負荷検出手段を備え、該負荷検出手段の検出値を所定期間毎に積分して電気負荷平均値を求め、該電気負荷平均値の変化量に基づいて前記燃料改質器へ供給する改質原燃料流量および前記改質付加熱源投入流量を制御する燃料流量制御手段を備えたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 前記改質原燃料流量を前記改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 前記改質付加熱源は前記原燃料の一部および/また前記原燃料の一部を燃焼させた燃焼ガスであることを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項4】 前記補助蓄電池の電圧検出手段を設け、該電圧検出手段の検出値に基づいて前記改質原燃料流量および前記改質付加熱源投入量を補正制御することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項5】 前記燃料改質器に温度検出手段を設け、該温度検出手段の検出値に基づいて前記改質原燃料流量および前記改質付加熱源投入量を補正制御することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、燃料電池と補助蓄電池とを併用するいわゆるハイブリッド方式の燃料電池発電システムに関するもので、主として電気自動車等に搭載することを目標とする燃料改質器付燃料電池の発電システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車による排ガス公害防止の面から車両に蓄電池を搭載した電気自動車の開発が進められている。またエネルギー源として燃料電池と補助蓄電池とからなるハイブリッド方式の電源を搭載する電気自動車も開発が進められている。一般に、燃料電池と燃料の改質器を組合せた燃料電池発電システム単独では、改質器の応答速度が燃料電池本体のそれに比べて遅くこれがシステムの応答速度を規制するため、負荷の急激に変動する電気自動車等のエネルギー源としてこれを用いることは困難である。このため、改質器を用いる代わりに燃料ガスとして高圧ボンベへ充填した水素ガスを用いるものが知られている。この場合でも、燃料ガスが燃料供給系を

間遅れの発生は避けられない。

【0003】そこで、燃料電池の電気出力側に補助蓄電池を設け、負荷が燃料電池の出力を上回る重負荷状態では補助蓄電池からの放電で不足電力を補給し、燃料電池の電気出力に余裕が生じる場合にその余剰発電能力を活用して補助蓄電池を回復充電するように構成したハイブリッド方式の燃料電池発電システムおよびその制御装置が特開平4-51466号公報に提案されている。図7はこの提案に基づく燃料電池のシステム構成図であり、原燃料である例えばメタノールが原燃料タンク13に貯蔵され、燃料ポンプ9を介して改質器2に送られる。この原燃料は水蒸気改質反応によって水素リッチな燃料ガスに改質され、燃料電池1の燃料ガス室に送られる。一方この燃料ガス室とは電解質とこの電解質を挟んだ一对の電極からなる隔壁となる燃料電池セルで仕切られる酸化剤ガス室に送風機12₁で酸化剤ガスとしての空気を送り、燃料電池セルの電極部分で電気化学反応に基づく直接発電が行われる。燃料ガス室からの燃料排出ガスには未反応成分を含むため改質器2に設けたバーナに供給して、送風機12₂からの支燃空気と混合し燃焼させて吸熱反応である水蒸気改質反応に必要な熱源として利用している。

【0004】比例積分調節器（PI制御器）などからなる制御部15₁は、電圧検出器7による補助蓄電池3の電圧E_dと電圧設定器16によるDC/DC変換器20の出力電圧目標値E_sとを入力として、電圧E_dと出力電圧目標値E_sとを一致させるようにDC/DC変換器20の出力電流I_rを制御するための電流指令信号I_sを出力する。補機制御部15₂は指令信号I_sに基づいて燃料ポンプ9、送風機12₁、12₂等の補機を燃料電池1の出力がDC/DC変換器20の出力電流I_rに追従して増減するよう制御する。

【0005】このように、燃料電池は電解質を介して一对の電極を接触させた燃料電池セルの一方の電極に燃料ガスを、他方の電極に酸化剤ガスを供給し、燃料ガスを電気化学的に酸化反応させることにより化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するものである。燃料電池には使用する電解質によりいくつかの形式があるが、単位体積あたりの出力が大きい燃料電池として、電解質に固体高分子電解質膜を用いた固体高分子電解質型燃料電池が注目されている。固体高分子電解質型燃料電池の構成と動作を図8を用いて説明する。燃料電池の基本構成となる燃料電池セルは3層の積層体であり、中央に電解質体となるイオン交換膜を、その両面に白金を担持したカーボンを撥水性のポリテトラフルオロエチレン（PTFE）粉末とともに多孔性カーボンシート上に分散させたガス拡散電極を配置し両者をホットプレスで接合してある。ガス拡散電極の一方がアノード（燃料極）に他方がカソード（酸化剤電極）となる。燃料電池セル単体での発生電圧は1V程度である。実際の燃料電池では、多

数の燃料電池セルを導電体のセパレータを介して積層し、所望の電圧を得ている。アノードに接するセパレータの一方の面に設けた燃料ガス流路を通して水素ガスを供給すると、水素ガスは水素イオンと電子に分離する。アノードで生成した水素イオンはイオン交換膜中をカソードへ移動し、カソードに接するセパレータの面に設けた酸化剤ガス流路を通して供給する酸素および外部回路を通して流入する電子と結合し水を生じる。

【0006】このように固体高分子電解質型燃料電池は、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。しかしながら、このイオン交換膜は乾燥すると電気抵抗が高くなるため、作動中は燃料ガスを加湿して供給しイオン交換膜の乾燥を防止することが必要である。燃料電池作動中のイオン交換膜温度は80℃程度である。アノードで生成した水素イオンは水をともなってイオン交換膜中をカソードへ移動する。カソードでは上述したように、水素イオンと電子および酸素の結合による水の生成があるため、燃料電池の運転では電流の取出しとともに、燃料ガスである水素と酸化剤ガスとなる空気の供給、生成する水（主に水蒸気）と供給する燃料ガスのうち未反応成分（以降、まとめて反応排ガスと呼ぶ）の排出が必須である。このような燃料電池の構成が、例えば

【0007】代表的な固体高分子電解質型燃料電池では、電極単位面積あたりの出力電流が1A/cm²程度と大きい。発電効率に大きく影響する抵抗損失を低減するためには燃料電池セルと導電性セパレータとの接触面積を大きくとること、燃料電池セルと導電性セパレータとからなる燃料電池セルユニットの電流経路を短縮すること、いい替えれば燃料電池セルユニットの厚さを小さくすることがもっとも重要である。導電性セパレータを含む単一の燃料電池セル厚さは1cm以下に形成するのが一般的である。

【0008】次に、改質器について述べる。なお、酸化触媒を用いて反応排ガスと空気を反応させて水蒸気改質反応の反応エネルギーを供給するようにした改質器が特開平5-319801号公報に記載されている。この改質器は直接火炎を用いないため安全性が高い。すでに述べたとおり、改質器は原燃料を水蒸気改質して水素リッチな燃料ガスを生成するものである。原燃料であるメタノールを水蒸気とともに改質に適した温度200℃～300℃の改質触媒部に供給すると水素ガスと炭酸ガスとを生成する。これは吸熱反応のため外部からの反応エネルギーの供給が必要である。なお、この改質反応にともなって副次的に一酸化炭素を生成するが、これは水蒸気および酸素と反応させ水素および炭酸ガスに変換するように構成している。この改質器の大きさは、固体高分子電解質型燃料電池の電気出力1kWに対して約8リットル程度、またその熱時定数は数分程度である。電気自動車等の負荷が要求する入力の時定数は数十msec程度

であり、電気自動車等に搭載する燃料電池発電システムの改質器としては、重量の大きい補助蓄電池の容量を低減するためにも、負荷の要求に応じた燃料電池からの要求燃料ガス流量を最適に生成する制御が不可欠である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】先に述べた従来の燃料電池発電システムおよびその制御装置では、改質器に供給する原燃料供給流量を改質器温度とは無関係に補機制御部が指令信号I₁によって制御するため、補助蓄電池の容量が小さいと、負荷が急増した場合補助蓄電池の電圧が低下し改質器へ供給する原燃料供給流量が急激に増加する。原燃料供給流量が急増すると吸熱反応による改質器温度の低下が顕著になり改質反応効率が低下するため、燃料電池への改質ガス供給能力が低下し、燃料電池出力も減少する。同時に未改質の原燃料が燃料電池の性能や寿命を損ない、また外部に未燃焼ガスを排出することになり、燃料利用効率を低下させる。未燃焼の原燃料を外部に排出することは公害防止の観点からも見過ごし得ない問題である。また、補助蓄電池の放電時における電圧降下が小さいため、電圧検出による放電量の把握は精度が悪く、過放電に陥りやすいという問題点もあった。

【0010】この発明は、ハイブリッド方式の電源を備える電気自動車等に用い、負荷変動に対して改質器の燃料ガス発生と温度維持応答速度を燃料電池の発電反応要求応答速度に近づけ、補助蓄電池の容量を小さく設定できる燃料電池発電システム制御装置を得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る燃料電池発電システムは、改質器に燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、負荷検出手段により電気負荷を検出して所定期間毎に積分し電気負荷平均値を求め、この電気負荷平均値の変化量に基づいて燃料改質器へ供給する改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を制御するものである。

【0012】請求項2に係る燃料電池発電システムは、改質原燃料流量を改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させるものである。

【0013】請求項3に係る燃料電池発電システムは、改質付加熱源として改質原燃料の一部および／または改質原燃料の一部を燃焼させた燃焼ガスを用いるものである。

【0014】請求項4に係る燃料電池発電システムは、電圧検出手段により検出する補助蓄電池電圧に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御するものである。

【0015】請求項5に係る燃料電池発電システムは、温度検出手段により検出する改質器温度に基づいて改質

原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御するものである。

【0016】

【作用】請求項1に係る発明では、燃料改質器に燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、燃料電池の電気負荷検出値を積分して求める平均値の変化量に基づいて改質器へ供給する改質原燃料流量および改質付加熱源投入流量を制御して、燃料電池が必要とする燃料ガス流量を充足させ、かつ燃料改質器の負担を平均化し燃料改質反応を一定に維持する。

【0017】請求項2に係る発明では、改質原燃料流量を改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させ、燃料改質器の熱時定数に基づく温度変化を抑制する。

【0018】請求項3に係る発明では、改質付加熱源として改質原燃料の一部および／または改質原燃料の一部を燃焼させた燃焼ガスを用い、燃料電池が必要とする燃料ガス流量を充足させ、かつ燃料改質器の負担を平均化し燃料改質反応を一定に維持する。

【0019】請求項4に係る発明では、電圧検出手段により検出する補助蓄電池電圧に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御し、補助蓄電池の充電容量を常に適性値に制御する。

【0020】請求項5に係る発明では、温度検出手段により検出する改質器温度に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御し、燃料改質器の温度変化を抑制する。

【0021】

【実施例】

実施例1. 以下この発明の実施例を図を用いて説明する。図1はこの実施例による燃料電池発電システムの全体構成図、図2は制御フローチャート、図3は補助蓄電池電圧による原燃料流量の補正曲線、図4は変動負荷電流と基本改質ガス流量増減値対応関係を示す図、図5は改質原燃料の供給流量増減値に対応する予熱要求熱量を示す図、図6は制御のタイミングチャートである。

【0022】図1において、1は燃料電池、2は酸化触媒を用いて燃料電池1からの反応排ガスと空気を反応させて水蒸気改質反応の反応エネルギーを供給するようにした改質器（以下単に改質器と呼ぶ）、3は補助蓄電池、4は負荷、5は燃料電池1の出力電流を検出する電流センサ、6は補助蓄電池3の電流を検出する電流センサ、7は補助蓄電池3の電圧センサ、8は改質原燃料予熱器（以下単に予熱器と呼ぶ）、9は改質原燃料ポンプ（以下単に燃料ポンプと呼ぶ）、10は予熱燃料ポンプ（以下単に予熱ポンプと呼ぶ）、11は水ポンプ、12は送風機、13は原燃料タンク、14は水タンク、15は制御装置である。なお、予熱器6の直前に内燃機関に用いられるのと同じ原理の気化器を設けてもよい。

【0023】燃料電池1および改質器2の動作は従来と同一であり、説明を省略する。原燃料タンク13から予熱ポンプ10により予熱燃料を予熱器8の燃焼室に供給し送風機12からの支燃空気と混合して燃焼させる。また、燃料ポンプ9によって改質原燃料を予熱器8の加熱室に供給し加熱気化させ改質器2に供給する。予熱器8で生じる燃焼ガスは燃料電池1からの未反応成分を含む反応排ガスとともに改質反応熱源として改質器2に供給し、送風機12からの空気と酸化触媒によって反応させ改質反応エネルギーを得る。改質器2で改質生成した水素リッチ燃料ガスと送風機12からの空気を燃料電池1に供給し、電気化学反応による電力を発生する。燃料電池1からの電気出力は一般には各種の変換器によって利用しやすい形態に変換され、例えば電動機などに供給されるが、ここでは燃料電池出力の供給先は変換器や電動機等を含めて単に負荷4として扱いその中身については触れない。

【0024】燃料電池1の電流 I_f は電流センサ5によって、補助蓄電池3の電流 I_b は電流センサ6でそれぞれ検出し、制御装置14に入力し、負荷電流 I_L を求める。補助蓄電池3の電圧は電圧センサ7で検出し制御装置15に入力する。燃料ポンプ9、予熱ポンプ10、水ポンプ11、送風機12等は制御装置15からの制御信号により所望の状態に制御する。制御装置15はマイクロプロセッサ、ROM、RAM、各種センサおよび駆動回路との入出力回路、A/D変換器、電源回路等からなり、基本構成は周知の内燃機関用制御装置と同様である。

【0025】この実施例による燃料電池発電システムは後述するフローチャートに従って動作する。この動作に対応するプログラムおよび各種定数テーブルはROM中に保持しており、またプログラム中で使用する各種変数は必要に応じて随時RAMに格納し、または読出す。各センサからの入力に従ってマイクロプロセッサが演算を行い、得られる結果を各ポンプの制御信号として出力回路から出力し、これに基づいて図示を省略したポンプ駆動回路が各ポンプに対し原燃料、水あるいは空気を所定の流量になるよう調整する。燃料電池1、改質器2および予熱器8へは送風機12が空気を供給する。改質器2および予熱器8への送風量は燃料電池1への送風量の1/7～1/9であり、この配分比が一定となるように配管内にはオリフィスを設けてある。

【0026】まず、動作の概要を説明する。所定の周期T毎に、この周期Tを所定数に等分する第2の周期t毎に検出する負荷電流から期間平均負荷電流を求める。ついで、この期間平均負荷電流について先行する期間を含めた所定の加重平均値を求め、この荷重平均値と期間平均負荷電流との差をもって変動負荷電流とする。この変動負荷電流に応じた改質原燃料の供給流量増減値および予熱燃料の供給流量増減値を求め、予熱燃料および改質

原燃料の供給流量を制御する。もちろん、補助蓄電池の充電量制御は別途周知の方法によって行われる。なお、周期Tは5～10分、周期tは1秒程度にとるのが好ましい。

【0027】次に、燃料電池発電システムの動作を図2のフローチャートを用いてより詳しく説明する。図中、mは周期T毎に、kは周期t毎にそれぞれ更新されるカウンタを示している。なお、このフローチャートに示す動作は制御装置内のROMに保持しているプログラムに、燃料電池と改質器が起動し電気自動車として予め定められた所定の定格値を出力する条件を満足したのち実施されるよう予め設定してある。

【0028】ブロック101では周期t毎に燃料電池1の電流 I_r と補助蓄電池3の電流 I_b とから負荷電流 I_l を求め、周期T内での負荷電流 I_l の平均値を求めるため次の事前処理を行う。

$$\Delta I_l(k) = I_l(k) \cdot t / T$$

電流計測および演算の回数nと周期T、tは、 $n = T / t$ の関係にある。

【0029】ブロック102では、周期t毎に求めた $\Delta I_l(k)$ から期間平均負荷電流 $J(m)$ を求め、加重平均値 $J_{mean}(m)$ を用いて変動負荷電流 $\Delta J(m)$ を求める。加重平均値 $J_{mean}(m)$ を求める際に用いる係数 α は0.8～0.95とするのが好ましい。なお、変動負荷電流 $\Delta J(m)$ が適当に定めた値 ΔJ_0 より小さい場合は改質器に対する制御パラメータの更新は行わない。

【0030】ブロック103では補助蓄電池3の端子電圧 V_b による制御パラメータの補正係数を求め、補助蓄電池3が過充電または過放電にならないよう、端子電圧 V_b と目標電圧 V_r の差 ΔV によって決まる補正係数 K_b を求める。補正係数 K_b は補助蓄電池の端子電圧と目標電圧との差 ΔV に対応して予めROM中にテーブルとして設定してある。図3に ΔV と K_b の関係を示す。

【0031】ブロック104では、補助蓄電池電圧に基づく補正を含めて基本改質ガス流量の増減値 ΔG_{H2} 、改質原燃料の供給流量増減値 ΔG_{mix} 、改質原燃料と改質反応水の供給流量増減値である ΔG_{fuel} および ΔG_{H2O} を求める。 ΔG_{H2} は変動負荷電流 $\Delta J(m)$ の関数として予めROM中に設定してあるテーブルに基づいて求める。 $\Delta J(m)$ と ΔG_{H2} との関係を図4に示す。 $\Delta J(m)$ が小さい範囲で ΔG_{H2} の増分を小さく、 $\Delta J(m)$ の大きい範囲で ΔG_{H2} の増分を小さくすることによって、燃料電池1での反応排ガス中の未反応部分を有効に利用でき、かつ燃料電池の過負荷を防止できる。 ΔG_{mix} 、 ΔG_{fuel} および ΔG_{H2O} はフローチャート記載の通り

$\Delta G_{mix} = K_g \cdot K_b \cdot \Delta G_{H2}$
 $\Delta G_{fuel} = \Delta G_{mix} / (1 + \beta)$
 $\Delta G_{H2O} = \beta \Delta G_{mix} / (1 + \beta)$

として求める。 K_g は定数である。なお、 ΔG_{fuel} と Δ

G_{H2O} との体積比 β は2～4とし、改質反応水を過剰な状態に維持する。これは燃料電池1に加湿した燃料ガスを供給するためである。

【0032】ブロック105では予熱燃料の供給流量増減値 ΔQ を求める。 ΔQ は改質原燃料の供給流量増減値 ΔG_{H2} に対応する改質原燃料の予熱要求熱量に相当するもので、 ΔQ と ΔG_{H2} とは図5に示すような関係にあり、予めROM中にテーブルとして設定してある。 ΔG_{H2} の大きい範囲で ΔQ の増分を低減しているのは上に述べた $\Delta J(m)$ と ΔG_{H2} の関係と同趣旨の手段であり、改質器の過熱防止に有効である。

【0033】ブロック106では、 ΔG_{fuel} 、 ΔQ 、 ΔG_{H2O} および $\Delta G_{mix} + \Delta Q$ に対応して予めテーブルとしてROM中に設定してある燃料ポンプ駆動電流増減値 ΔI_1 、予熱ポンプ駆動電流増減値 ΔI_2 、送風機駆動電流増減値 ΔI_3 および水ポンプ駆動電流増減値 ΔI_w に基づいて求める。

【0034】ブロック107では、燃料ポンプ9の駆動電流 I_1 、予熱ポンプ10の駆動電流 I_2 、送風機12の駆動電流 I_3 および水ポンプ11の駆動電流 I_w を以下のように求めて、各ポンプおよび送風機を制御する。

$$I_1 = I_{10} + \Delta I_1$$

$$I_2 = I_{20} + \Delta I_2$$

$$I_3 = I_{30} + \Delta I_3$$

$$I_w = I_{w0} + \Delta I_w$$

【0035】この実施例の負荷電流検出による燃料供給制御では、従来の電圧検出による制御に比べて補助蓄電池の充放電量をより直接的に把握できるため、補助蓄電池の充放電制御が精度よく行えるという利点がある。

【0036】以上の説明では、電気自動車用として好適な固体高分子電解質型燃料電池を前提として説明したが、例えば、磷酸塩型燃料電池に適用しても同様の効果をもたらすことはいうまでもない。もちろん、原燃料としてメタノールを用いる場合ばかりでなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で原燃料としてLPGやLNGなどを用いることが可能なことはいうまでもない。改質器として、改質エネルギーを触媒による酸化反応によって得るものを用いることによって、直接火炎を使用する必要がなくなり安全面で優れ、特に電気自動車用電源には好適であるが、バーナーでの燃焼を用いるものによってもこの発明は実施できる。

【0037】また、変動負荷電流 $\Delta J(m)$ の検出と同時に各ポンプの駆動電流を調節することを前提にして説明したが、燃料ポンプの駆動電流調節を $\Delta J(m)$ の検出から所定時間遅らせることによって、改質器の熱時定数に起因する改質反応効率の変動を防止することができ、未燃焼ガスの放出などにもなる排気ガス汚染が未然に防止できる。図6はこのようにした場合の制御タイミングチャートである。図中、 τ で時間遅れを示す。

【0038】以上の説明では、変動負荷電流 $\Delta J(m)$

を検出してから時間 τ 経過後に燃料ポンプ 9 の駆動電流を調節するものとしたが、改質器 2 の排出ガス温度を検出する排出ガス温度検出手段を設け、排出ガス温度検出手段の検出値に基づいて予熱ポンプ 10 の駆動電流を補正制御することによって、改質器温度を安定化させ未燃焼ガスの放出などにもなる排気ガス汚染をより確実に防止できる。もちろん、時間遅れ τ を考慮しない場合に適用しても相応の効果が得られる。

【0039】さらにまた、予熱器 2 と改質器 8 とを用いる場合について説明したが、例えば改質器 2 の加熱セルに原燃料をも酸化反応させる触媒を保持させ、改質器 2 の熱源として燃料電池 1 の反応排ガスとともに原燃料の一部を供給するようにしてもよい。この場合、先に説明した予熱器 8 の燃焼室に供給した支燃空気は改質器 2 における酸化反应用空気とともに供給する必要があることはいうまでもない。もちろん、予熱器 2 と改質器 2 への原燃料の一部を供給する要素を並存させても差し支えない。これは、吸熱反応である燃料改質に必要な熱エネルギー源として改質器に導入する燃料電池からの反応排ガスに原燃料の一部および／または予熱器 2 からの燃焼ガスを改質付加エネルギー源として投入し、この改質付加エネルギーの投入量を調整することによって改質反応を制御するように構成すれば本願発明の目的が達成できることを示している。もちろん、改質付加エネルギーは原燃料一部および／またはその燃焼ガスに限るものではなく、例えば燃料電池システムからの電力を用いて加熱してもよい。電気加熱を用いることによって原燃料の利用効率が若干低下するが、燃料電池発電システムの構成が簡素化でき、かつ燃料電池発電システムの起動を短時間に行えることが期待でき電気負荷の変動に対する応答時間も短縮可能となる。

【0040】

【発明の効果】請求項 1 の発明によれば、改質器に燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、負荷検出手段により電気負荷を検出して所定期間毎に積分し電気負荷平均値を求め、この電気負荷平均値の変化量に基づいて燃料改質器へ供給する改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を制御するので、燃料電池が必要とする燃料ガス流量が補助蓄電池を常に適性充電状態に維持できる条件のもとで充足され、かつ燃料改質器の負担を平均化するため燃料改質反応を一定に維持でき、小さな補助蓄電池容量で燃料電池発電システムを実現できる。

【0041】請求項 2 の発明によれば、改質原燃料流量を改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させるので、請求項 1 に記載の発明による効果に加えて燃

料改質器の熱時定数に基づく温度変化が抑制でき燃料改質効率がより安定する。

【0042】請求項 3 の発明によれば、改質付加熱源として改質原燃料の一部および／または改質原燃料の一部を燃焼させた燃焼ガスを用いるので、請求項 1 および請求項 2 に記載の発明による効果に加えて原燃料のエネルギー利用効率が高められる。

【0043】請求項 4 の発明によれば、電圧検出手段により検出する補助蓄電池電圧に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御するので、請求項 1 ないし請求項 3 に記載の発明による効果に加えて補助蓄電池の充電容量を常に適性値に制御でき、補助蓄電池の容量をさらに低減できる。

【0044】請求項 5 の発明によれば、温度検出手段により検出する改質器温度に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御するので、請求項 1 ないし請求項 3 に記載の発明による効果に加えて燃料改質器の温度変化が抑制でき燃料電池発電システム運転の安定性がより向上する。。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施例による燃料電池発電システムの全体構成図である。

【図 2】 この発明の実施例による燃料電池発電システムの制御フローチャートである。

【図 3】 この発明による実施例の補助蓄電池電圧の変化にともなう原燃料流量の補正曲線を示す図である。

【図 4】 この発明による実施例の変動負荷電流と基本改質ガス流量増減値対応関係を示す図である。

【図 5】 この発明による実施例の改質原燃料の供給流量増減値に対応する予熱要求熱量を示す図である。

【図 6】 この発明による実施例の制御のタイミングチャートである。

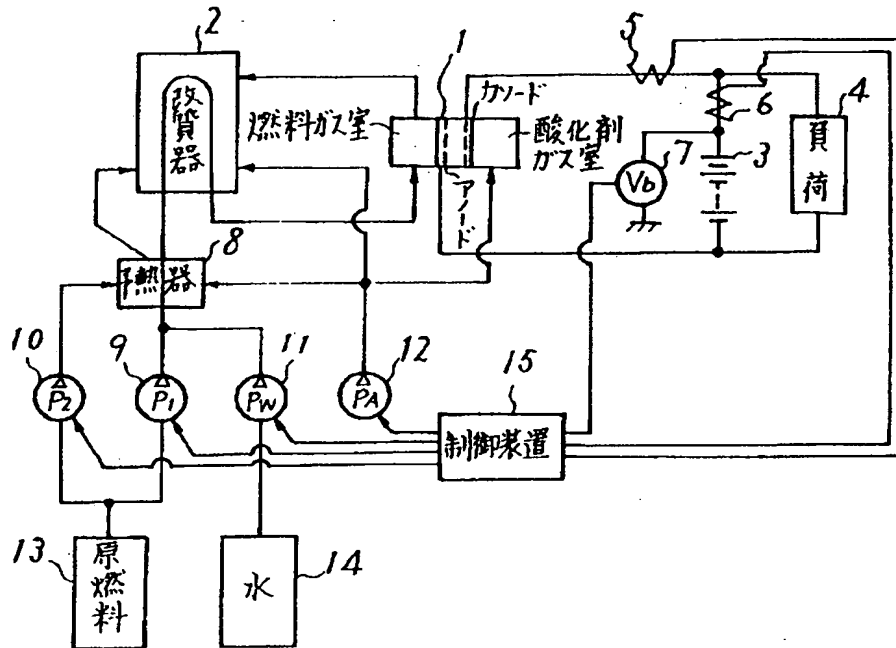
【図 7】 従来の燃料電池のシステム構成図である。

【図 8】 従来の固体高分子電解質型燃料電池の構成原理図である。

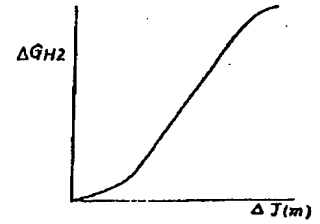
【符号の説明】

1 燃料電池	2 改質器	3 補助蓄電池
4 負荷	5、6 電流センサ	7 電圧センサ
8 予熱器	9 燃料ポンプ	10 予熱ポンプ
11 水ポンプ	12 送風機	13 原燃料タンク
14 水タンク	15 制御装置	

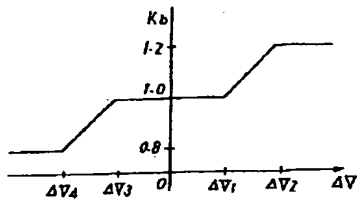
【図1】



【図4】



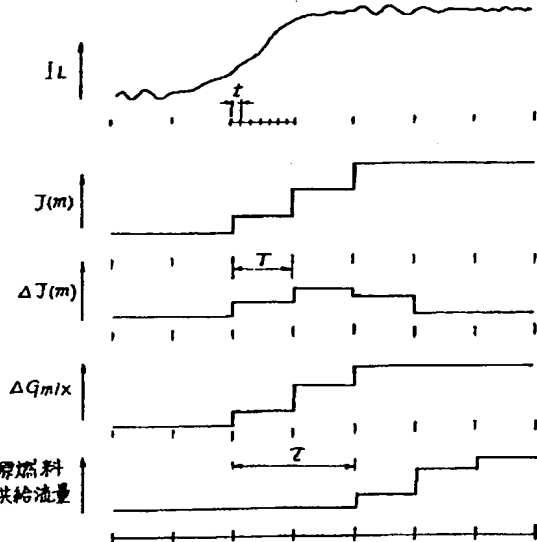
【図3】



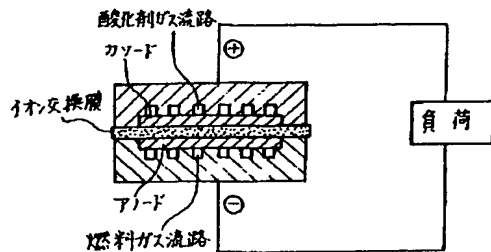
【図5】



【図6】



【図8】




```

graph TD
    Start([スタート]) --> m0[m = 0]
    m0 --> mplus1[m = m + 1]
    mplus1 --> k0[k = 0]
    k0 --> kplus1[k = k + 1]
    kplus1 --> I1calc["101  
IL(k) = If(k) + Ib(k)  
ΔIL(k) = IL(k)t/T"]
    I1calc --> kn{n = k}
    kn -- No --> kplus1
    kn -- Yes --> Jcalc["102  
J(m) = ∑k=1n ΔIL(k)  
Jmean(m) = αJmean(m-1) + (1-α)Jm  
ΔJ(m) = J(m) - Jmean(m)"]
    Jcalc --> dJdTo{"ΔJ(m) > ΔT0"}
    dJdTo -- No --> JmeanD["Jmean(m) = Jmean(m-1)"]
    JmeanD --> kplus1
    dJdTo -- Yes --> dVcalc["103  
ΔV = Vr - Vb  
ΔVよりKbをテ-ブルルックアップ  
により求める(図3参照)"]
    dVcalc --> mplus1
    dVcalc --> GH2calc["104  
ΔJ(m)よりΔGH2をテ-ブルルックアップ  
により求める(図4参照)  
ΔGmix = KgKbΔGH2  
ΔGfuel = ΔGmix / (1+β)  
ΔGH20 = ΔGmixβ / (1+β)"]
    GH2calc --> dQcalc["105  
ΔGH20よりΔQをテ-ブルルックアップ  
により求める(図5参照)"]
    dQcalc --> dIcalc["106  
ΔGfuelよりΔI1を  
ΔQよりΔI2を  
ΔGH20よりΔI3を  
ΔGmix+ΔQよりΔIWを  
それぞれテ-ブルルックアップにより求める"]
    dIcalc --> Icalc["107  
I1 = I1 + ΔI1  
I2 = I2 + ΔI2  
I3 = I3 + ΔI3  
IW = IW + ΔIW"]
    Icalc --> kplus1

```